



Федеральное агентство по рыболовству  
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»  
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

УТВЕРЖДАЮ  
Зам.начальника колледжа  
по учебно-методической работе  
М.С. Агеева

ОУД.11 ФИЗИКА

Методическое пособие по выполнению лабораторных работ

специальности

23.02.01 Организация перевозок и управление  
на транспорте (по видам)

**МО – 23.02.01.ОУД.11.ЛР**

РАЗРАБОТЧИК

Преподаватель колледжа: Усейнова Д.В.

ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ

Чечеткина А.А

ГОД РАЗРАБОТКИ

2021

Методическое пособие составлено в соответствии с рабочей программой дисциплины Физика.

## Содержание

Введение _____	4
Перечень лабораторных работ _____	6
Лабораторная работа №1 Измерение ускорения тела при равноускоренном движении тела _____	7
Лабораторная работа №2 Сохранение механической энергии при движении тела под действием силы тяжести и упругости _____	9
Лабораторная работа №3 Определение периода колебаний математического маятника _____	10
Лабораторная работа №4 Наблюдение и опыты, подтверждающие атомно-молекулярное строение вещества. Формирование основных положений МКТ _____	13
Лабораторная работа №5 Изучение закона Бойля-Мариотта _____	14
Лабораторная работа №6 Определение влажности воздуха _____	15
Лабораторная работа №7 Электризация тел _____	17
Лабораторная работа №8 Изучение закона Ома для участка цепи _____	18
Лабораторная работа №9 Измерение удельного сопротивления проводника _____	20
Лабораторная работа №10 Изучение последовательного соединения проводников (резисторов) _____	22
Лабораторная работа №11 Изучение параллельного соединения проводников (резисторов) _____	24
Лабораторная работа №12 Исследование смешанного соединения проводников _____	26
Лабораторная работа №13 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока _____	28
Лабораторная работа №14 Изучение явления электромагнитной индукции _____	30
Лабораторная работа №15 Измерение показателя преломления стекла _____	31
Список использованных источников _____	34

## Введение

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение 15 лабораторных работ.

Целью проведения лабораторных заданий является закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых практических навыков и умений по отдельным темам курса. Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий, обобщаются, вырабатывается способность и умение использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Определенная часть учебного времени программного курса физики в средних профессиональных учебных заведениях отводится эксперименту, выполняемому обучающимися в виде лабораторных работ.

Выполнение лабораторных работ способствует:

1. Глубокому и осознанному усвоению материала.
2. Приобретению обучающимися практических умений и навыков работы с лабораторным оборудованием.
3. Формированию умений применять полученные знания на практике.
4. Выработке профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, творческая инициатива.
5. Развитию интереса к физике.

В результате выполнения лабораторных работ у обучающихся формируются элементы следующих общих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий;

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

При подготовке к выполнению работы следует:

1. Повторить теоретический материал по соответствующему параграфу учебника.

2. Ознакомиться с измерительными приборами и их характеристиками.

3. По возможности заранее подготовить таблицу для записи результатов.

4. Сделать письменный отчет по выполненной работе.

**Перечень лабораторных работ**

<b>№ П/П</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Кол-во часов</b>
1	Измерение ускорения тела при равноускоренном движении тела	2
2	Сохранение механической энергии при движении тела под действием силы тяжести и упругости	2
3	Определение периода колебаний математического маятника	2
4	Наблюдение и опыты, подтверждающие атомно-молекулярное строение вещества. Формирование основных положений МКТ	2
5	Изучение закона Бойля-Мариотта	2
6	Определение влажности воздуха	2
7	Электризация тел	2
8	Изучение закона Ома для участка цепи	2
9	Измерение удельного сопротивления проводника	2
10	Изучение последовательного соединения проводников (резисторов)	2
11	Изучение параллельного соединения проводников (резисторов)	2
12	Исследование смешанного соединения проводников	2
13	Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	2
14	Изучение явления электромагнитной индукции	2
15	Измерение показателя преломления стекла	2
<b>Итого</b>		<b>30</b>

## Раздел 1. МЕХАНИКА

### Тема 1.1 Кинематика

#### Лабораторная работа №1 Измерение ускорения тела при равноускоренном движении тела

Овладение приемом определения ускорения тела, движущегося прямолинейно, по перемещению и времени движения.

##### *Литература:*

1. Степанов С.В. Лабораторные работы 11 класс (с. 4-6).
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 10 класс (с.31-39)

##### *Исходные данные и материалы:*

Желоб с подставкой, стальной шарик, секундомер, брусок (или цилиндр из набора калориметрических тел), лента измерительная.

##### *Краткая аннотация:*

Из уравнения прямолинейного движения следует, что при движении из состояния покоя ускорение, перемещение и время движения тела связаны соотношением

$$a = \frac{2S}{t^2} \quad (1)$$

Из формулы (1) видно, что ускорение можно определить, измерив время движения и совершенное за это время перемещение.

Экспериментальная установка для проведения работы показана на рисунке 1.

Объектом исследования является стальной шарик, который будет скатываться по наклонному желобу.

Для увеличения времени его движения наклон желоба делают как можно меньшим, чтобы шарик скатывался с минимально возможным ускорением. Точки, откуда шарик начнет двигаться и где остановиться, помечают метками. Метки наносят карандашом на внутреннюю поверхность желоба вблизи его верхнего и нижнего концов. После опыта их удаляют ластиком. Перемещение шарика определяют, измеряют секундомером. Делают это в следующей последовательности. Брусок кладут на желоб так, чтобы его основание совпало с верхней меткой. Выше бруска на желоб помещают шарик. Шарик должен касаться основания бруска. Удерживая шарик одной рукой, второй переносят брусок на другой конец желоба и устанавливают его основание напротив нижней метки. Шарик отпускают и одновременно включают секундомер. По звуку удара шарика о брусок секундомер выключают.

*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Выведите расчетную формулу (1).

2. Укажите, какие физические величины подлежат прямому измерению для определения ускорения тела методом, используемым в данной работе. С помощью, каких измерительных приборов будут проведены измерения? Определите и запишите границы абсолютных погрешностей этих приборов.

3. Определите и запишите границы абсолютных погрешностей отсчета при использовании секундомера и измерительной ленты.

4. Запишите формулу для определения абсолютной погрешности  $\Delta a$ .

5. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

s, м	$\Delta S$ , м	t, с	$\Delta t$ , с	a, м/с <sup>2</sup>	$\Delta a$ , м/с <sup>2</sup>

Обозначение величин:

s – Перемещение шарика;

t - Время его движения;

a - ускорение шарика;

$\Delta S$ ,  $\Delta t$ ,  $\Delta a$  - границы абсолютных погрешностей измерения этих величин.

6. Закрепите желоб в наклонном положении так, чтобы один его конец был выше другого не более чем на 5-10 мм. Для этого используйте подставку с вырезом или кусок пластилина.

7. Положите брусок на нижний край желоба. Нанесите на желоб метку напротив верхнего основания бруска. Переместите брусок к верхнему краю желоба. Выше бруска должно остаться место для шарика. Напротив основания бруска нанесите ещё одну метку.

8. Измерьте время движения  $t$  и перемещения  $s$  шарика, как это описано в пояснениях к работе.

9. Вычислите ускорение движения шарика  $a$ .

10. Определите границы абсолютных погрешностей измерения перемещения  $\Delta S$ , времени  $\Delta t$  и ускорения  $\Delta a$ .

11. Запишите результат определения ускорения с учетом погрешности: Число значащих цифр в записи результата должно соответствовать правилу записи значений измеренной величины и погрешности её измерения.

12. Повторите опыт ещё 2 раза, уменьшив перемещение шарика на 1/4, а затем на 1/3 от первоначального.

13. Проанализируйте полученные результаты, сделайте вывод о том, можно ли считать движение шарика по желобу равноускоренным. Вывод и его обоснование запишите.

*Вывод по работе.*

*Вопросы самоконтроля:*

1. Как измеряют время движения шарика?
2. Как определяют перемещение шарика?
3. Почему рекомендуется проводить опыт при минимально возможном наклоне желоба?
4. Какую скорость должен иметь шарик в начальный момент движения, чтобы его ускорение можно было определить, воспользовавшись формулой (1)?

### **Тема 1.3. Законы сохранения в механике. Механические колебания и волны**

#### **Лабораторная работа №2 Сохранение механической энергии при движении тела под действием силы тяжести и упругости**

*Цель работы:*

Сравнение изменения потенциальной энергии пружины при ее растяжении с изменением потенциальной энергии растянувшего ее груза.

*Исходные данные и материалы:*

- спиральная пружина;
- грузы массой по 100г (2 шт.)
- штатив с муфтой и лапкой;
- линейка измерительная.



Экспериментальная установка для проведения работы показана на рис. 1. Пружину закрепляют в лапке штатива вертикально свободным концом вниз.

Параллельно виткам пружины на расстоянии примерно 1см от нее закрепляют линейку шкалой, обращенной к пружине. К свободному концу пружины подвешивают два груза. Грузы, растянув пружину, увеличат запас ее энергии. При этом сами грузы опустятся, и потенциальная энергия уменьшится согласно закону сохранения механической энергии.

### Лабораторная работа №3 Определение периода колебаний математического маятника

#### *Цель работы:*

Исследования зависимости периода колебаний маятника от длины нити, амплитуды колебаний и массы маятника.

#### *Литература:*

1. Омельченко В.П., Антоненко Г.В. Физика 10 класс (с.63-67).

#### *Исходные данные и материалы:*

Грузы массой 100г (2шт.), нить длиной 1м с петлями на концах, секундомер, лента измерительная, штатив с муфтой и лапкой.

#### *Краткая аннотация:*

Период малых свободных колебаний математического маятника определяется формулой.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

где  $l$  - длина маятника, а  $g$  - ускорение свободного падения.

Из формулы (1) видно, что период колебаний маятника зависит только от его длины и не зависит ни от амплитуды колебаний, ни от его массы.

Работа состоит из трех заданий. В первом задании исследуют зависимость периода свободных колебаний маятника от его длины, во втором экспериментально подтверждают независимость периода колебаний от массы маятника.

Маятником служит груз, подвешенный на нити. За длину маятника принимают расстояние от точки подвеса до центра масс груза. Экспериментальная установка для проведения работы показана на рисунке 5.

Штатив располагают на рабочем столе так, чтобы край лапки выступал за пределы его поверхности. Лапку зажимают вблизи верхнего конца стержня штатива.

Период колебаний определяют как отношение времени  $t$ , за которое маятник совершит несколько полных колебаний, к числу  $N$  этих колебаний:

$$T = \frac{t}{N} \quad (2)$$

*Содержание и порядок выполнения работы:*

*Задание 1.*

1. Повторите вывод формулы периода свободных колебаний математического маятника (1) .

2. Укажите, какие физические величины подлежат прямому измерению при выполнении трех заданий работы. С помощью каких измерительных приборов будут проведены их измерения?

Определите и запишите границы абсолютных погрешностей этих приборов.

3. Запишите формулы для определения границ абсолютных погрешностей периодов колебаний, вычисленных по формулам (1) и (2)

4. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

$l, \text{ м}$	$T_1, \text{ с}$	$\Delta T_1, \text{ с}$	$N$	$t, \text{ с}$	$T_2, \text{ с}$	$\Delta T_2, \text{ с}$

Обозначение величин:

$T_1$  - период, рассчитанный по формуле (1);

$T_2$  - период, рассчитанный по формуле (2).

5. Соберите установку как показано на рисунке 5.

6. Отмерьте такую длину нити, чтобы расстояние от центра масс груза до точки подвеса составляло 1 м.

7. Занесите в таблицу значение длины маятника.

8. Отклоните маятник от положения равновесия примерно на 10 см, отпустите его и измерьте время 20-25 его полных колебаний.

9. Повторите опыт 3 раза, каждый раз уменьшая длину маятника на 25 см.

10. Вычислите двумя способами по результатам каждого из четырех опытов период колебаний, используя формулы (1) и (2).

11. Вычислите для каждого значения периода колебаний границы абсолютной погрешности.

12. Сравните значения периодов колебаний, полученные по формулам (1) и (2) в каждом из опытов с учетом интервалов их возможных значений, и сделайте вывод о справедливости формулы (1).

### *Задание 2.*

1. Отмерьте такую длину нити, чтобы расстояние от центра масс груза до точки подвеса составляло 1 м.

2. Отклоните маятник от положения равновесия на 5 см, отпустите его и измерьте время 20 полных колебаний.

3. Вычислите по формуле (2) период колебаний маятника. Запишите значения начального отклонения и периода.

4. Повторите опыт 3 раза, каждый раз увеличивая начальное отклонение маятника на 5 см.

5. Сделайте вывод о том, изменялся ли период колебаний маятника при изменении амплитуды колебаний.

### *Задание 3.*

1. Добавьте к одному грузу маятника с длиной 1 м другой груз. При этом второй груз зацепляют крючком за петлю нити подвеса (а не за нижний крючок первого груза!).

2. Отклоните маятник от положения равновесия на 10 см, отпустите его и измерьте время 20 колебаний.

3. Вычислите по формуле (2) период колебаний маятника. Запишите значения начального отклонения, массы и периода маятника.

4. Сравните результаты проведенного опыта с результатами, полученными при выполнении второго задания при начальном отклонении маятника на 10 см.

5. Сделайте вывод о том, изменялся ли период колебаний маятника при изменении его массы.

### *Выводы по работе.*

### *Вопросы самоконтроля:*

1. Какое колебание называют полным?

2. Что называют периодом колебаний, в каких единицах он выражается?

3. Почему в работе период колебаний измеряют не по времени одного полного колебания, а как отношение времени нескольких колебаний к числу этих колебаний?

4. Где располагается центр масс тела цилиндрической формы? кубической формы
5. Какие колебания называют малыми?
6. Как измениться период колебаний, если длину маятника уменьшить в 4 раза?

## **Раздел 2 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА**

### **Тема 2.1 Основы молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ.**

#### **Лабораторная работа №4 Наблюдение и опыты, подтверждающие атомно-молекулярное строение вещества. Формирование основных положений МКТ**

##### *Цель работы:*

Доказать на основании выполненных опытов действительность трех утверждений МКТ

1. Все вещества состоят из частиц
2. Частицы находятся в непрерывном движении
3. Частицы взаимодействуют между собой

##### *Литература:*

1. С.В. Степанов. Лабораторный эксперимент. 10 класс
2. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев Физика 10 класс (с.3-8).

##### *Исходные материалы:*

Кристаллики марганцовки, стаканчики с водой, электрическая плитка, вата, смоченная водой, одеколон, и другие пахнущие вещества, салфетки.

##### *Содержание и порядок выполнения работы:*

###### *Опыт №1.*

1. Ознакомится с приборами и оборудованием.
2. Опустить кристаллики марганцовки в стаканчик с водой.
3. Пронаблюдать цвет воды.
4. Смочить часть салфетки водой, на влажную часть салфетки положить кристаллики марганцовки. Смоченный конец салфетки окрашивается в малиновый цвет.
5. Сделать вывод.

###### *Опыт №2.*

1. Открыть пробирку со спиртом. Смочить вату спиртом.
2. Определить причину запаха. Прodelать опыт с другими пахучими веществами.
3. Сделать вывод.

Выводы и предложения по работе.

*Вопросы самоконтроля:*

1. Основные положения МКТ
2. Цель МКТ
3. На каких примерах можно доказать основные положения МКТ
4. Почему два свинцовых бруска, с гладкими срезами слипаются, если их прижать друг к другу, а два кусочка мела не соединяются, если их прижать друг к другу?
5. Что называется диффузией?
6. Как диффузия зависит от температуры, рода вещества?
7. Частицы, сталкиваясь со стенками сосуда, создают давление. Как давление связано с концентрацией?
8. Броуновское движение-тепловое движение частиц, взвешенных в жидкости или газе. Почему интенсивность движения частиц увеличивается с повышением температуры?

### **Лабораторная работа №5 Изучение закона Бойля-Мариотта**

*Цель работы:*

Изучить закон Бойля-Мариотта.

*Литература:*

1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 10 класс (с.189-191).

*Исходные данные и материалы:* Сильфон, металлический манометр.

*Краткая аннотация:*

Экспериментальная установка для проверки закона Бойля-Мариотта показана на рисунке. Она состоит из сильфона, позволяющего изменять объем газа (воздуха), и металлического манометра. Сначала открывают оба крана манометра и с помощью винта сильфона растягивают или сжимают цилиндр так, чтобы объем воздуха в нем был равен 7,5у.е.

Затем закрывают правый кран манометра и приступают к проверке закона Бойля-Мариотта, который имеет следующую формулировку: *для газа данной массы произведение давления газа на его объем постоянно, если температура газа не изменяется:  $PV=const$ .*

Несколько раз медленно изменяют объем воздуха в приборе и наблюдает за показаниями манометра, при постоянной температуре.

Результаты измерений записаны в таблице, где объем выражен в условных единицах, а давление - в атмосферах ( $1 \text{ атм} = 1 \text{ кг/см}^2 = \text{Па}$ ).

*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с оборудованием, записать их технические данные.
2. Измерить объем, давление. Результаты занести в таблицу.
3. По полученным данным рассчитать -  $PV$ .

Объем V газа	Давление P	Произведение давления на объем: $VP=\text{const}$
7,5	1	7,5
6,5	1,15	7,5
6,0	1,25	7,5
8,0	0,94	7,5
9,0	0,83	7,5

4. Сделать вывод о зависимости давления данной массы газа от его объема при постоянной температуре.

5. Построить график этой зависимости.

Выводы по работе.

*Вопросы самоконтроля:*

1. Что называют изопроцессом? Сформулируйте газовые законы.
2. Зарисуйте графики изопроцессов?
3. Запишите I закон термодинамики для различных изопроцессов?
4. Какой процесс называют адиабатным? Привести примеры

### **Лабораторная работа №6 Определение влажности воздуха**

*Цель работы:*

Определить относительную влажность воздуха в кабинете.

*Литература:*

1. Степанов С.В. Лабораторные работы 10 класс
2. Мякишев Г.Я. Синяков А.З.

*Исходные материалы:* Термометр демонстративный, термометр лабораторный, стакан с водой комнатной температуры, кусок марли, психометрическая таблица.

*Краткая аннотация:*

1. Вода занимает около 70% поверхности земного шара. Живые организмы содержат от 50 до 99,7% воды. Образно говоря живые организмы – это одушевленная вода. В атмосфере находится около 13-15 тыс. куб.км воды в виде капель кристаллов снега и водяного пара. Главный источник водяного пара в атмосфере – испарение воды с поверхности океанов, морей, водоемов, влажной растений. С водяных паров и суши за год испаряется свыше 500000 куб км воды, т.е. количество воды, почти равное количеству воды в Черном море.

2. Воздух может быть сухой и влажный в зависимости от количества паров, находящихся при данной температуре в атмосфере. Абсолютная влажность  $p$  показывает сколько граммов водяного пара содержится в воздухе объемом 1 куб. м при данных условиях, т.е. плотность водяного пара, измеряемого в гр. м куб.

Относительной влажностью воздуха называют отношение абсолютной влажности воздуха  $p$  к плотности насыщенного пара при той же температуре и выражается в процентах.

#### *Содержание и порядок работы*

1. С помощью демонстрационного термометра измерьте температуру воздуха в кабинете (термометр лабораторный)
2. Оберните резервуар термометра лабораторного марлей так, чтобы ткани свободно свисал вниз и закрепите его ниткой.
3. Держа термометр за его верхний край, опустите свисающую часть ткани в воду. Вода должна смочить ткань. При этом резервуар термометра должен оставаться выше уровня воды в стакане.
4. Наблюдая за показаниями термометра, запишите самое низкое показание термометра это значит температуру влажности.
5. Результаты измерений занесите в таблицу

t сухого, 0С	t влажного 0С	t сухого-твлажного	относит. влажн. в %
12	7	5	48

6. С помощью психометрической таблицы определить относительную влажность воздуха в кабинете.

7. Сделайте вывод.

#### *Вопросы самоконтроля:*

1. Какие атмосферные явления объясняются конденсацией пара?
2. Что такое испарение? Конденсация?
3. Поглощается или выделяется энергия при....?

- а) конденсации
  - б) испарении
4. Какой пар называют насыщенным? Ненасыщенным?
  5. Что означает динамическое равновесие жидкости и пара?

### **Раздел 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА** **Тема 3.1 Электрическое поле**

#### **Лабораторная работа №7 Электризация тел**

##### *Цель работы:*

Обнаружить электризацию тел при соприкосновении (трении). Убедиться в существовании двух родов электрического заряда, в существовании взаимодействия заряженных тел. Научиться определять знак электрического заряда.

##### *Литература:*

1. С.В.Степанов «Лабораторный эксперимент»,
2. Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, физика 10 класс

##### *Приборы и материалы:*

Штатив с изолирующим подвесом, две металлических гильзы на шелковых изолирующих нитях, электроскоп, две бумажных гильзы на нитях, стеклянная палочка (линейка), эбонитовая палочка, кусочек меха или шерстяная тряпочка, кусочки бумаги, пластмассовая линейка.

##### *Содержание и порядок работы:*

1. Возьмите линейку и потрите ее о сухой лист бумаги. Докажите, что линейка наэлектризовалась. В чем это проявляется?
2. Возьмите эбонитовую палочку и поднесите ее к металлической гильзе? Что наблюдаете?
3. Эбонитовую палочку потрите о шерсть и поднесите к гильзе, не касаясь ее. Что наблюдаете?
4. Коснитесь заряженной палочкой металлической гильзы. Что наблюдаете?
5. К заряженной гильзе поднесите палец, не касаясь нее. Коснитесь гильзы. Что наблюдается в обоих случаях?
6. Зарядите две металлические гильзы а) одноименно, б) разноименно, расположите друг с другом. Что наблюдаете?
7. Зарядите электроскоп отрицательно с помощью эбонитовой палочки натертой о шерсть. Что наблюдаете?

8. Потрите о бумагу стеклянную пластину и также поднесите к заряженному отрицательному электроскопу. Что наблюдаете?
9. Определите знак заряда различных наэлектризованных тел.
10. Сделайте общий вывод из проделанной работы.

*Вопросы самоконтроля:*

1. Что такое электродинамика?
2. Что представляет собой электрический заряд?
3. Чему равно значение элементарного заряда?
4. Сформулируйте закон Кулона и значение физических величин, входящие в формулу.

### **Тема 3.2 Законы постоянного тока**

#### **Лабораторная работа №8 Изучение закона Ома для участка цепи**

*Цель работы:*

Научиться измерять сопротивление проводника при помощи амперметра и вольтметра. Убедиться на опыте, что сопротивление проводника не зависит от силы тока в нем и напряжения на его концах.

*Литература:*

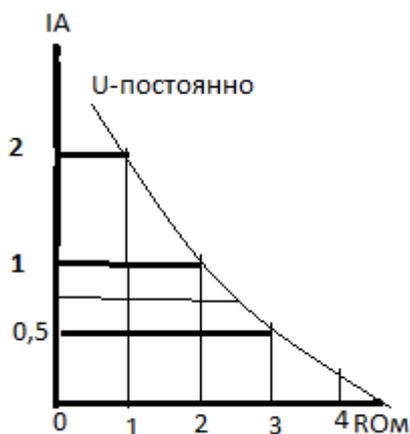
1. А.В.Перышкин Физика

*Исходные материалы:* источник тока, исследуемый проводник (небольшая никелиновая спираль), амперметр вольтметр, реостат, ключ, провода соединительные.

*Краткая аннотация:*

Зависимость силы тока от напряжения на концах участка цепи и сопротивления этого участка называется законом Ома по имени немецкого ученого Ома, открывшего этот закон в 1827 г. Закон Ома читается так: Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению  $I = U/R$ . Здесь  $I$  – сила тока в участке цепи,  $U$  – напряжение на этом участке,  $R$  – сопротивление участка. Закон Ома – один из основных физических законов.

На рисунке - зависимость силы тока от сопротивления



Проводника при одном и том же напряжении на его концах показано графически. На этом графике по горизонтальной оси в условно выбранном масштабе отложены сопротивления проводников в омах, по вертикальной - сила тока в амперах. Из формулы  $I=U/R$  следует, что  $U=IR$  и  $R=U/I$ . Следовательно, зная силу тока и сопротивление, можно по закону Ома вычислить напряжение на участке цепи, а зная напряжение и силу тока – сопротивление участка. Сопротивление проводника можно определить по формуле  $R=U/I$ , однако надо понимать, что величина постоянная для данного проводника и не зависит ни от напряжения, ни от силы тока. Если напряжение на данном проводнике увеличится, например, в 3 раза, то во столько же раз увеличится и сила тока в нем, а отношение напряжения к силе тока не изменится.

*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Соберите цепь, соединив последовательно батарею элементов амперметр, спираль, реостат, ключ, вольтметр.
2. Измерьте силу тока в цепи.
3. К концам исследуемого проводника присоедините вольтметр и измерьте напряжение на проводнике.
4. С помощью реостата измените сопротивление цепи и снова измерьте силу тока в цепи и снова измерьте силу тока в цепи и напряжение на исследуемом проводнике
5. Результаты измерений занесите в таблицу:


6. Используя закон Ома, вычислите сопротивление проводника по данным каждого отдельного измерения.
7. Результаты вычислений занесите в таблицу.
8. Построить график по полученным данным.

### *Вывод по работе*

#### *Вопросы самоконтроля:*

1. Какова зависимость силы тока в проводнике от сопротивления этого проводника?
2. Как формулируется закон Ома?
3. Как записывается закон Ома?
4. Как выразить сопротивление участка цепи, зная напряжение на его концах и силу тока в нем?

### **Лабораторная работа №9 Измерение удельного сопротивления проводника**

#### *Цель работы:*

Определить удельное сопротивление проводника и сравнить его с табличными данными.

#### *Литература:*

1. Степанов С.В. Лабораторные работы 10-11 класс (с. 19-20)
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 10 класс (с. 309-310).

#### *Исходные данные и материалы:*

Источник электропитания, реостат, амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода.

#### *Краткая аннотация:*

Для выполнения работы необходима проволока из материала с большим удельным сопротивлением.

Удельное сопротивление проводника можно вычислить, используя формулы:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$
$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

Сопротивление проводника можно измерить, используя закон Ома. В этом случае формула для расчета удельного сопротивления будет выглядеть так:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l} = \frac{R \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot l}$$
$$\rho = \frac{U \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot I \cdot l}$$

*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Собрать электрическую цепь (рис 1).
3. Измерить силу тока  $I$  и напряжение на его концах.
4. Измерить длину проводника и его диаметр.
5. Результат измерений и вычислений занести в таблицу.

U, В	I, А	d, мм	l, м	$\rho$ , Ом*м	$\pi \approx 3,14$

6. Вычислить приблизительное значение удельного сопротивления проводника.
7. Определить инструментальные погрешности измерительных приборов и погрешности отсчета.
8. Вычислить приблизительное значение удельного сопротивления проводника.
9. Записать результат измерений удельного сопротивления проводника.
10. Определить по справочнику материал проводника.

$$\rho = \frac{U \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot I \cdot l} \quad \pi \approx 3.14$$

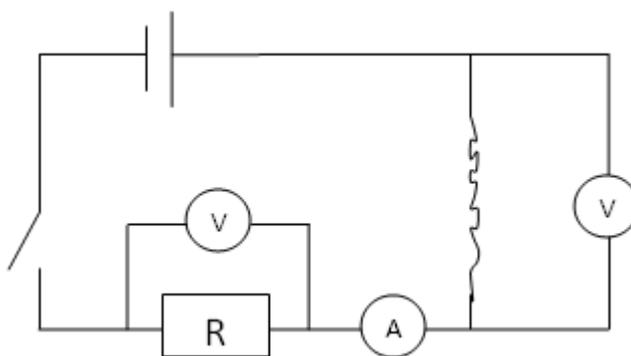


Рисунок – 1

*Вывод по работе.**Вопросы для самоконтроля:*

1. Что называют удельным сопротивлением проводника?
2. Почему для изготовления нагревательных элементов применяют проводники с большим удельным сопротивлением, а для подводящих с малым?
3. В каких единицах измеряют удельное сопротивление проводника в системе СИ?

4. Показать графически зависимость силы тока на данном участке от сопротивления этого проводника и напряжения.

5. Зависит ли сопротивление проводника от силы тока и напряжения на данном проводнике?

### Лабораторная работа №10 Изучение последовательного соединения проводников (резисторов)

#### Цель работы:

Экспериментально проверить утверждение о том, что в электрической цепи, содержащей два последовательно соединенных резистора сопротивлением  $R_1$  и  $R_2$ , справедливы равенства:  $R_{1,2}=R_1+R_2$ ;  $U_{1,2}= U_1+U_2$  и  $U_1/U_2=R_1/R_2$ , где  $U_1$  и  $U_2$  – падение напряжение на соответствующих сопротивлениях.

#### Литература:

1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. (с. 130-133)

#### Исходные данные и материалы:

Источник электропитания, резистор  $R_1$ , резистор  $R_2$ , амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода.

Схема установки для выполнения работы показана на рис 1.

#### Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Собрать электрическую цепь (рис 1).
3. Измерить общее напряжение  $U$ , и напряжение на участках  $U_1$ ,  $U_2$ .
4. Измерить силу тока  $I$ .
5. Результат измерений и вычислений занести в таблицу.

$I, A$	$U_1, B$	$U_2, B$	$U_{1,2}, B$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_{1,2}, Ом$	$U_1/U_2$	$R_1/R_2$

6. По полученным данным рассчитать сопротивление резисторов –  $R_1, R_2$ , общее сопротивление  $R$ .

Проверить:

а.  $U_1/U_2=R_1/R_2$

б.  $U_{1,2}= U_1+U_2$

в.  $I = I_1 = I_2$

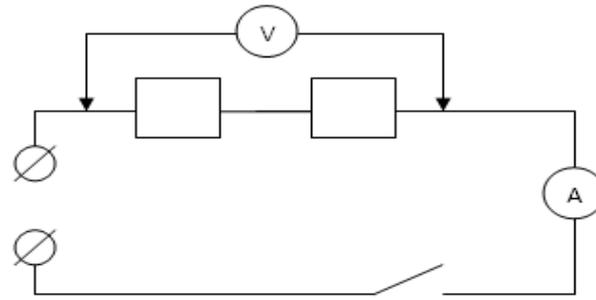


Рисунок 1

Изменить схему установки так, чтобы она позволяла измерить напряжение на втором и первом сопротивлении. Схему зарисовать в тетрадь

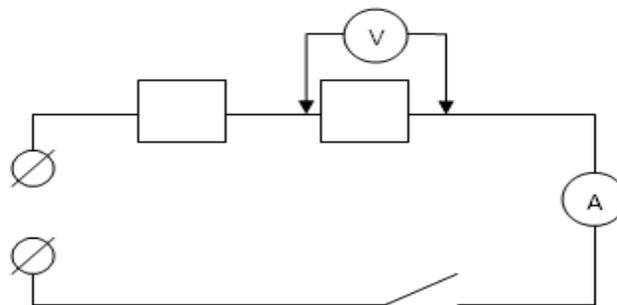


Рисунок 2

7. Измерить общее напряжение на двух сопротивлениях  $U_1$ ,  $U_2$ .

8. Проверить выполняется ли равенство  $U_{1,2} = U_1 + U_2$ .

9. Вычислить сопротивления  $R_1, R_2$  и проверить справедливость равенства  $R_{1,2} = R_1 + R_2$ .

10. Вычислить отношения  $U_1 \setminus U_2 = R_1 \setminus R_2$ .

*Вывод по работе.*

*Вопросы самоконтроля:*

1. Какое соединение называют последовательным?
2. Какое соединение параллельное?
3. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
4. В чем преимущества параллельного соединения потребителей?
5. Какой прибор соединен параллельно с потребителями?

## Лабораторная работа №11 Изучение параллельного соединения проводников (резисторов)

### Цель работы:

Экспериментально проверить утверждение о том, что для электрической цепи содержащей 2 параллельно соединенных участка, справедливы равенства:  $U=U_1=U_2$ ;  $I = I_1 + I_2$ ;  $1/R_{1,2}= 1/R_1+1/R_2$ ;  $I_1/I_2=R_1/R_2$ , где  $I_1$  и  $I_2$  токи, протекающие через соответствующее сопротивление.

### Литература:

1. Качинский А.М., Кимбар Б.А. Лабораторные работы (с. 89-90)
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 10 класс (с. 134-135).

### Исходные данные и материалы:

источник электропитания, резистор  $R_1$ , резистор  $R_2$ , амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода, металлический планшет.

### Краткая аннотация:

Для измерения напряжения используют вольтметр. Силу тока измеряют амперметром, который в ходе опыта подключают к различным участкам цепи последовательно.

Сопротивление участков цепи определяют по показаниям амперметра и вольтметра. По закону Ома для участка цепи:  $I = U/R$ , зная что  $U = U_1 = U_2$ .

### Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Собрать электрическую цепь (рис 1).
3. Измерить общее напряжение  $U$ , а также силу тока  $I$ .
4. Результат измерений и вычислений занести в таблицу.

U, В	$I_1$ , А	$I_2$ , А	$I_{1,2}$ , А	$R_1$ , Ом	$1/R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$1/R_2$ , Ом	$R_{1,2}$ , Ом	$1/R_{1,2}$ , Ом	$I_1/I_2$	$R_2/R_1$

5. Нарисовать в тетради схему электрической цепи.

Проверить:

- а.  $I_1/I_2=R_1/R_2$
- б.  $U_{1,2}= U_1=U_2$
- в.  $I = I_1 + I_2$

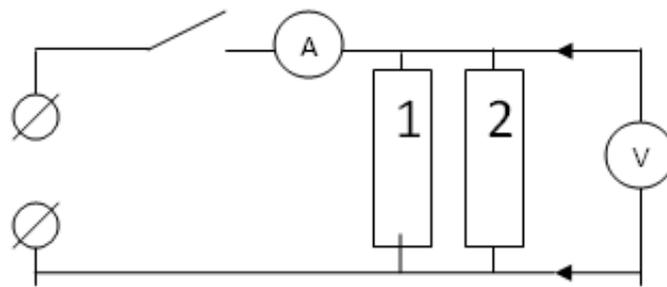


Рисунок – 1

6. Изменить схему установки так, чтобы она позволяла измерить силу тока на втором и первом сопротивлении. Схему зарисовать в тетрадь.

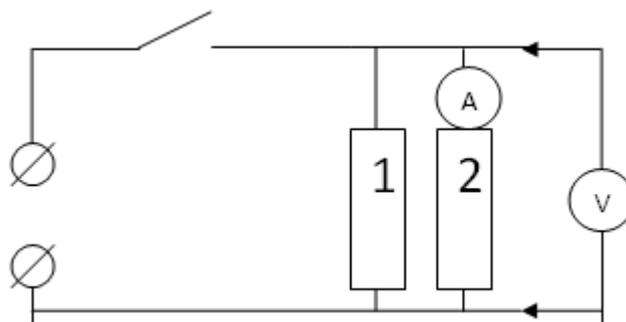


Рисунок – 2

7. По данным проведенных измерений вычислить величины сопротивлений  $R_1, R_2$  и  $R$  а также величины  $1/R_1$  и  $1/R_2$ .

8. Вычислить сумму  $1/R_1$  и  $1/R_2$  проверить справедливость равенства  $1/R_{1,2} = 1/R_1 + 1/R_2$ . Вывод по работе.

*Вопросы самоконтроля:*

1. Закон Ома?
2. Какое соединение называют параллельным?
3. Как выражается сила тока при параллельном соединении?
4. От каких величин зависит сила тока?
5. Какое соединение потребителей применяется в жилых помещениях? Почему?
6. Сравните последовательное и параллельное соединение потребителей.
7. От каких величин зависит сопротивление проводника?

*Документ управляется программными средствами 1С Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С Колледж*

## Лабораторная работа №12 Исследование смешанного соединения проводников

### Цель работы:

Исследование распределения токов и напряжений в электрической цепи со смешанным соединением резисторов.

### Литература:

1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 10 класс (с. 297-299).

### Исходные данные и материалы:

Источник тока, амперметр, вольтметр, переменный резистор, ключ, соединительные провода, проволочные резисторы (2 шт.).

### Краткая аннотация

Задание выполняют с помощью экспериментальной установки, схема которой изображена на рисунке 1.

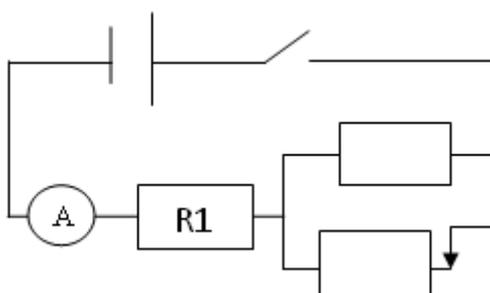


Рисунок – 1

Выполняя задание, измеряют силу тока и напряжение на различных участках цепи с целью экспериментальной проверки утверждений о том, что общее напряжение в последовательной цепи равно сумме напряжений на отдельных её участках и общая сила тока в параллельной цепи равна сумме сил токов в отдельных проводниках. Чтобы убедиться в том, что эти утверждения носят общий характер и выполняются при любых режимах работы цепи, опыт проводят дважды при различных значениях сопротивления переменного резистора.

### Содержание и порядок выполнения работы:

1. Укажите на схеме (см. рис. 1) участки с параллельными и последовательным соединениями резисторов.
2. Повторите правила обращения с вольтметром и амперметром.

3. Объясните назначение и принцип действия проволочного резистора с переменным сопротивлением.

4. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Номер опыта	$I_{R1}$ , А	$I_{R2}$ , А	$I_{R3}$ , А	$I_{R2+I_{R3}}$ , А	$U_{12}$ , В	$U_{23}$ , В	$U_{13}$ , В	$U_{12+U_{23}}$ , В

5. Соберите экспериментальную установку по схеме (см. рис. 1).

6. Переведите ползунок переменного резистора в положение, при котором сопротивление части резистора, включенной в цепь, будет максимальным.

7. Замкните ключ и измерьте силу тока  $I_{R1}$  в резисторе R1.

8. Измените схему так, чтобы амперметр показывал силу тока  $I_{R2}$  в резисторе R2.

9. Измените схему так, чтобы амперметр показывал силу тока  $I_{R3}$  в переменном резисторе R3.

10. Удалите из установки амперметр.

11. Поочередно подключите вольтметр к точкам 12, 23 и 13 и измерьте напряжение  $U_{12}$ ,  $U_{23}$  и  $U_{13}$ .

12. Восстановите цепь, включив в неё амперметр, переведите ползунок переменного резистора в положение, при котором сопротивление части резистора, включенной в цепь, будет равно примерно 1/3 от максимального.

13. Повторите измерения силы тока и напряжения в том же порядке.

14. По результатам каждого из опытов вычислите суммы  $I_{R2+I_{R3}}$  и сравните значения сумм с силой тока  $I_{R1}$ . Сделайте вывод о справедливости закона параллельной цепи токов.

15. По результатам каждого из опытов вычислите суммы  $U_{12+U_{23}}$  и сравните значения сумм с напряжением  $U_{13}$ . Сделайте вывод о справедливости закона последовательной цепи для напряжений. Вывод по работе.

*Вопросы самоконтроля:*

1. Почему лампы в квартире соединяют параллельно, а лампочки в ёлочных гирляндах последовательно?

2. Сопротивление каждого проводника равно 1 Ом. Чему равно двух таких проводников, соединенных последовательно? параллельно?

3. Соединяли ли вы проводники параллельно?

**Тема 3.4 Магнитное поле****Лабораторная работа №13 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока***Цель работы:*

Овладение приемом определения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока с помощью вольтметра и амперметра.

*Литература:*

1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 10 класс (с. 304-308).

*Исходные данные и материалы:*

Источник тока, амперметр, вольтметр, резистор, ключ, соединительные провода.

*Краткая аннотация*

Работа выполняется с помощью экспериментальной установки, схема которой изображена на рисунке 1.

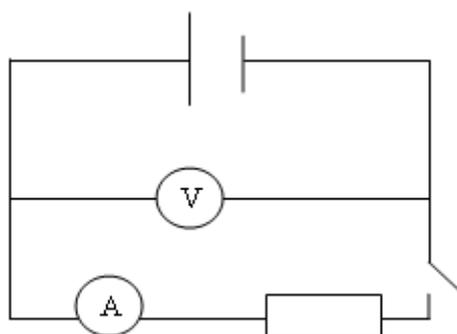


Рисунок – 1

ЭДС измеряют с помощью вольтметра при разомкнутом ключе. В этом случае сопротивление внешней цепи  $R \rightarrow \infty$  (или  $R \gg r$ ), и тогда

$$U = \varepsilon \quad (1)$$

Следует заметить, что равенство (1) выполняется тем строже, чем больше внутреннее сопротивление вольтметра.

Внутреннее сопротивление источника тока определяют после того, как ЭДС будет измерена. Замыкают ключ и измеряют напряжение  $U$  на резисторе и силу тока  $I$  в цепи. Согласно закону Ома для полной цепи, содержащей резистор, можно утверждать, что

$$r = \frac{\varepsilon - U}{I} \quad (2)$$

*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Докажите справедливость формулы (1).
2. Выведите расчетную формулу (2) для определения внутреннего сопротивления источника тока.
3. Укажите, какие физические величины подлежат прямому измерению для определения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока приемом, используемым в данной работе. С помощью каких измерительных приборов будут проведены измерения? Определите и запишите границы абсолютных погрешностей этих приборов.
4. Определите и запишите границы абсолютных погрешностей отсчета амперметра и вольтметра.
5. Запишите формулы для определения границы абсолютных погрешностей измерения ЭДС и  $r$ .
6. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

$\varepsilon, \text{В}$	$\Delta\varepsilon, \text{В}$	$U, \text{В}$	$\Delta U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$\Delta I, \text{А}$	$r, \text{Ом}$	$\Delta r, \text{Ом}$

7. Соберите экспериментальную установку по схеме, изображенной на рисунке 10.
8. Подключите источник тока к электросети и при разомкнутом ключе измерьте ЭДС источника.
9. Замкните ключ, определите и занесите в таблицу показания амперметра и вольтметра.
10. Вычислите границы абсолютных погрешностей измерений  $\varepsilon$ ,  $U$  и  $I$ .
11. Вычислите значение внутреннего сопротивления источника тока  $r$ .
12. Вычислите значение границы абсолютной погрешности  $\Delta r$ .
13. Запишите полученные значения ЭДС и внутреннего сопротивления с учетом границ их абсолютных погрешностей. Вывод по работе.

*Вопросы самоконтроля:*

1. Почему внутреннее сопротивление вольтметра может влиять на точность измерения ЭДС?

2. Как изменится показание вольтметра при замкнутом ключе, если внутреннее сопротивление источника увеличится?

3. Каким должно быть сопротивление резистора, чтобы силу тока в цепи не превышала верхний предел измерения амперметра?

### **Лабораторная работа №14 Изучение явления электромагнитной индукции**

#### *Цель работы:*

Изучить явление электромагнитной индукции.

#### *Литература:*

1. Степанов С.В. Лабораторные работы 10-11 класс (с.26-27).

#### *Исходные данные и материалы:*

Миллиамперметр, источник питания, катушки с сердечниками, магниты, выключатель кнопочный, соединительные провода, магнитная стрелка, компас, реостат.

#### *Краткая аннотация.*

Самый важный факт, который удалось обнаружить - это тесная связь между электрическим и магнитным полем. Первый шаг в открытии новых свойств электромагнитных взаимодействий сделал М.Фарадей в 1831г. Явление электромагнитной индукции заключается в том, что в замкнутом проводящем контуре возникает ток при изменении числа линий магнитной индукции, пронизывающих поверхность, ограниченную этим контуром.

#### *Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Приставить сердечник к одному из полюсов полосового магнита и вдвинуть внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра (можно без сердечника).

2. Повторить наблюдение, выдвигая магнит из катушки, а также меняя полюса магнита.

3. Зафиксировать схему опыта и проверить выполнение правила Ленца в каждом случае.

4. Расположить вторую катушку рядом с первой так чтобы они совпадали.

5. Вставить в обе катушки железные сердечники, и присоединить вторую катушку через выключатель к источнику питания.

6. Замыкая и размыкая ключ, наблюдать отклонение стрелки миллиамперметра.

7. Зарисовать схему опыта и проверить выполнение правила Ленца.

*Документ управляется программными средствами 1С Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С Колледж*



*Выводы по работе.*

*Вопросы самоконтроля:*

1. Кто открыл явление электромагнитной индукции?
2. Сформулировать закон электромагнитной индукции.
3. Используя правило Ленца, указать направление тока в замкнутом контуре (см. рис).
4. Что такое магнитный поток? Единица магнитного потока?

### Тема 5.1 Природа света Раздел 5 Оптика

#### Лабораторная работа №15 Измерение показателя преломления стекла

*Цель работы:*

Определить показатель преломления света.

*Литература:*

1. Степанов С.В. Лабораторные работы 10-11класс (с.38-40).
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 11 класс (с.162).

*Исходные данные и материалы:*

Стеклянная пластина с двумя параллельными гранями, булавки с пластиковой головкой (3шт), транспортир, подъемный столик, таблица тригонометрических функций.

*Краткая аннотация.*

Свет при переходе из одной среды в другую меняет своё направление, т.е. преломляется. Преломление объясняется тем, что скорость распространения света при переходе из одной среды в другую изменяется и подчиняется следующим законам:

1. Падающий луч лежит в одной плоскости с перпендикуляром, проведённым через точку падения к разделу двух сред.

2. Отношение синуса угла падения и синуса угла преломления  $\beta$  - величина постоянная для данных двух сред и называется коэффициентом преломления ( $n$ ), второй среды относительно первой:  $n = \sin\alpha / \sin\beta$ .

*Содержание и порядок выполнения работы:*

*Вариант 1.*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием.

2. На подъемный столик положить развернутую тетрадь для лабораторных работ. На лист тетради плашмя положить стеклянную пластину и карандашом обвести её контуры.

3. С другой стороны стекла, положить как можно дальше друг от друга, две булавки так, чтобы прямая проходящая через них не была перпендикулярна одной из параллельных граней пластины.

4. Третью булавку расположить по грани с другой стороны стекла и вколоть её так, чтобы смотря вдоль всех булавок в стекло видеть их расположенными на одной прямой.

5. Стекло и булавки, снять и места наколов отметить точками 1, 2, 3. Через точки 1, 2 и 3 провести прямые до пересечения с контурами стекла. Через точку 2 провести перпендикуляр к границе  $AB$  двух сред воздух-стекло.

6. Отметить угол падения  $\alpha$  и угол преломления  $\beta$  транспортиром, измерить эти углы и по таблице значений синусов определить синусы этих углов.

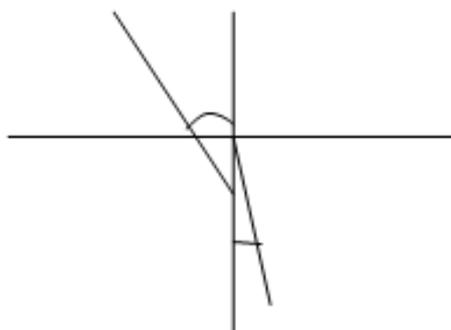


Рисунок – 1

*Вариант 2*

Показатель преломления стекла относительно воздуха определяется по формуле:

$$n = \sin\alpha / \sin\beta$$

где  $\alpha$  - угол падения пучка света на грань пластины из воздуха в стекло;  $\beta$  - угол преломления светового пучка в стекле.

Для определения отношения, стоящего в правой части формулы, поступают следующим образом. Перед тем как направить на пластину световой пучок, её располагают на листе миллиметровой бумаги (или листе бумаги в клетку) так, чтобы одна из её параллельных граней совпала с предварительно, отмеченной линией на бумаге. Эта линия укажет границу раздела сред: воздух - стекло. Тонко очинённым карандашом проводят линию, вдоль второй параллельной грани. Эта линия изображает границу раздела сред стекло - воздух. После этого, не смещая пластины, на её первую параллельную грань направляют узкий световой пучок под каким-либо углом к грани. Вдоль падающего на пластину и, вышедшего из неё световых пучков карандашом ставят точки 1, 2, 3 и 4. После этого лампочку выключают, пластину снимают и с помощью линейки прочерчивают входящий, выходящий и преломлённый лучи. Через точку  $B$  границы раздела сред, воздух - стекло, проводят перпендикуляр к границе, отмечают углы падения  $\alpha$  и преломления  $\beta$ . Далее с помощью циркуля проводят окружность с центром в точке  $B$  и строят прямоугольные треугольники  $ABE$  и  $CBD$ .

Так как  $\sin\alpha = AE/AB$ ,  $\sin\beta = CD/BC$  и  $AB = BC$ , то формула для определения показателя преломления стекла имеет вид:

$$n = AE/DC$$

Длину отрезков  $AE$  и  $DC$  измеряют по миллиметровой бумаге.

*Выводы по работе.*

*Вопросы самоконтроля*

1. Что называют преломлением света. Отражением света?
2. От чего зависит показатель преломления?
3. Как изменяется показатель преломления при переходе света из менее плотной среды в более плотную?
4. В какой среде скорость света наибольшая?
5. При каких условиях может наступать полное отражение?

### **Список использованных источников Для студентов:**

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2017.
  2. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учеб. пособие для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2017.
  3. Дмитриева В.Ф., Васильев Л.И. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Контрольные материалы: учеб. пособия для учреждений сред. проф. образования /— М., 2017.
  4. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Лабораторный практикум: учеб. пособия для учреждений сред. проф. образования / В.Ф.Дмитриева, А. В. Коржувев, О. В. Муртазина. — М., 2017.
  5. Трофимова Т. И., Фирсов А. В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: Решения задач. — М., 2017.
- Логвиненко О.В. Физика: учебник [Электронный ресурс]. – Москва: КноРус, 2019. – on-line
- Рымкевич, А. П. Физика: задачник 10-11кл. [Текст] : учебное пособие / А. П. Рымкевич. - 23-е изд. - Москва : Дрофа, 2019

### **Для преподавателей:**

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных федеральными конституционными законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ) // СЗ РФ. — 2009. — № 4. — Ст. 445.
2. Федеральный закон от 29.12. 2012 № 273-ФЗ (в ред. федеральных законов от 07.05.2013 № 99-ФЗ, от 07.06.2013 № 120-ФЗ, от 02.07.2013 № 170-ФЗ, от 23.07.2013 № 203-ФЗ, от 25.11.2013 № 317-ФЗ, от 03.02.2014 № 11-ФЗ, от 03.02.2014 № 15-ФЗ, от 05.05.2014 № 84-ФЗ, от 27.05.2014 № 135-ФЗ, от 04.06.2014 № 148-ФЗ, с изм., внесенными Федеральным законом от 04.06.2014 № 145-ФЗ) «Об образовании в Российской Федерации».
3. Приказ Министерства образования и науки РФ «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования» (зарегистрирован в Минюсте РФ 07.06.2012 № 24480).

4. Приказ Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1645 «О внесении изменений в Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 № 413 “Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования”».

5. Приказ Министерства образования и науки РФ от 31 декабря 2015 г. N 1578 "О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. N413"

6. Письмо Департамента государственной политики в сфере подготовки рабочих кадров и ДПО Минобрнауки России от 17.03.2015 № 06-259 «Рекомендации по организации получения среднего общего образования в пределах освоения образовательных программ среднего профессионального образования на базе основного общего образования с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов и получаемой профессии или специальности среднего профессионального образования».

7. Примерная основная образовательная программа среднего общего образования, одобренная решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28 июня 2016 г. № 2/16-з).

8. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от 25.06.2012, с изм. от 05.03.2013) // СЗ РФ. — 2002. — № 2. — Ст. 133.

9. Дмитриева В.Ф., Васильев Л.И. Физика для профессий и специальностей технического профиля: методические рекомендации: метод. пособие. — М., 2010.

#### **Интернет- ресурсы:**

1. [www.fcior.edu.ru](http://www.fcior.edu.ru) (Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов).
2. [www.dic.academic.ru](http://www.dic.academic.ru) (Академик. Словари и энциклопедии).
3. [www.booksgid.com](http://www.booksgid.com) (Books Gid. Электронная библиотека).
4. [www.globalteka.ru](http://www.globalteka.ru) (Глобалтека. Глобальная библиотека научных ресурсов).
5. [www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru) (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. [www.st-books.ru](http://www.st-books.ru) (Лучшая учебная литература).
7. [www.school.edu.ru](http://www.school.edu.ru) (Российский образовательный портал. Доступность, качество, эффективность).
8. [www.ru/book](http://www.ru/book) (Электронная библиотечная система).

9. [www.alleng.ru/edu/phys.htm](http://www.alleng.ru/edu/phys.htm) (Образовательные ресурсы Интернета — Физика).
10. [www.school-collection.edu.ru](http://www.school-collection.edu.ru) (Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов).
11. <https://fiz.1september.ru> (учебно-методическая газета «Физика»).
12. [www.n-t.ru/nl/fz](http://www.n-t.ru/nl/fz) (Нобелевские лауреаты по физике).
13. [www.nuclphys.sinp.msu.ru](http://www.nuclphys.sinp.msu.ru) (Ядерная физика в Интернете).
14. [www.college.ru/fizika](http://www.college.ru/fizika) (Подготовка к ЕГЭ).
15. [www.kvant.mccme.ru](http://www.kvant.mccme.ru) (научно-популярный физико-математический журнал «Квант»).
16. [www.yos.ru/natural-sciences/html](http://www.yos.ru/natural-sciences/html) (естественно-научный журнал для молодежи «Путь в науку»).